尖音库蚊复合组杂交子一代 4 龄幼虫形态性状的研究

赵彤言　董言德　朱礼华　陆宝麟
(军事医学科学院微生物流行病研究所，北京　100071)

摘要　对我国尖音库蚊复合组（*Culex pipiens* complex）中的尖音库蚊 *Cx. pipiens pipiens*、淡色库蚊 *Cx. pipiens pallens* 和致倦库蚊 *Cx. pipiens quinquefasciatus* 之间杂交的 F_1 代幼虫形态进行了方差和典型变量分析，结果发现杂交组 F_1 代 4 龄幼虫在呼吸管指数、1-S 第 1 对毛和第 2 对毛的分枝数 3 个性状上与亲本有明显的差异，而且介于两亲本之间。

关键词　尖音库蚊复合组，杂交后代，呼吸管指数，1-S 第 1 对毛分枝数，1-S 第 2 对毛分枝数

尖音库蚊复合组（*Culex pipiens* complex）包括有尖音库蚊 *Cx. pipiens pipiens*、淡色库蚊 *Cx. pipiens pallens*、致倦库蚊 *Cx. pipiens quinquefasciatus* 和骚扰库蚊 *Cx. pipiens molestus*[1,2]，是世界性分布的重要媒介蚊虫复合组。根据记载我国有上述成员的分布[3~6]，其中尖音库蚊仅分布于新疆，致倦库蚊分布于南方地区及其岛屿，淡色库蚊分布于北方地区，而骚扰库蚊新近发现于北京及沈阳等地[7]。已知前 3 者之间存在着交叉分布区，并在实验室中证明可以进行杂交[8]。

由于尖音库蚊复合组成员的广泛分布性和医学重要性，从本世纪起对它们的分类鉴定的研究报道较多，但是有关一些成员的分类地位仍存在着争议[9~10]。在尖音库蚊复合组的形态分类学中，4 龄幼虫呼吸管指数和前位毛的分枝数是幼虫分类鉴定中比较可靠的性状[11]。本文针对我国尖音库蚊、淡色库蚊和致倦库蚊实验室内的杂交子 1 代 4 龄幼虫，研究了它们与亲本之间的关系，以探讨我国尖音库蚊复合组的分化特征。

1　材料和方法

1.1　标本及性状观察

尖音库蚊乌鲁木齐株、淡色库蚊北京株和致倦库蚊广州株两两杂交（包括正交和反交）的 F_1 代 4 龄幼虫和亲本的 4 龄幼虫，并制作玻片标本。

测量呼吸管的管长和管中宽，呼吸管指数 = 管长/管中宽，记数呼吸管 1-S 第 1 对毛和第 2 对毛的分枝数。

1.2　分析方法

方差分析：包括单因素方差和多因素方差分析（采用 SPSS 6.0）。

1998-01-15 收稿，1998-11-05 收修改稿

典型变量分析：采用逐步判别分析，计算典型相关值作出典型变量分析的个体分布图（采用 SPSS 6.0）。

2　结果

2.1　尖音库蚊复合组蚊虫杂交 F_1 代 4 龄幼虫性状的方差分析

尖音库蚊与致倦库蚊杂交 F_1 代 4 龄幼虫性状见表 1，经单因素方差分析发现，杂交 F_1 代在呼吸管指数（$F=83.66$，$P<0.01$）、呼吸管 1-S 第 1 对毛的分枝数（$F=52.85$，$P<0.01$）和呼吸管 1-S 第 2 对毛的分枝数（$F=90.22$，$P<0.01$）三个分类性状上与亲本存在着显著的差异。综合上述三个性状进行 Hotelling 多因素方差分析表明，杂交 F_1 代与亲本之间存在着非常显著的差异（$F=62.72$，$P<0.01$）。而且三个性状分别介于两个亲本之间。

尖音库蚊与淡色库蚊杂交 F_1 代 4 龄幼虫性状见表 2，经单因素方差分析发现，杂交 F_1 代在呼吸管指数（$F=14.64$，$P<0.01$）、呼吸管 1-S 第 1 对毛的分枝数（$F=9.64$，$P<0.01$）和呼吸管 1-S 第 2 对毛的分枝数（$F=9.33$，$P<0.01$）三个分类性状上与亲本存在着显著的差异。综合上述三个性状进行 Hotelling 多因素方差分析表明，杂交 F_1 代与亲本之间存在着

表 1　尖音库蚊与致倦库蚊杂交 F_1 代 4 龄幼虫的分类性状

Table 1　Morphological characters of the fourth instar larvae of F_1 obtained from hybridization between *Cx*. *pipiens pipiens* and *Cx*. *pipiens quinquefasciatus*

♂×♀	*n*	呼吸管指数 Siphonal index		呼吸管 1-S 第 1 对毛分枝数 Branches of first 1-S		呼吸管 1-S 第 2 对毛分枝数 Branches of second 1-S	
		X	*SD*	*X*	*SD*	*X*	*SD*
pi×qu	20	4.250	0.200	4.700	0.801	4.450	0.826
qu×pi	20	4.211	0.342	4.300	0.923	3.300	0.571
pi×pi	20	4.715	0.384	3.050	0.510	2.700	0.571
qu×qu	19	3.185	0.285	6.368	1.012	6.211	0.855

pi：*Cx*. *pipiens pipiens*，qu：*Cx*. *pipiens quinquefasciatus*

表 2　尖音库蚊与淡色库蚊杂交 F_1 代 4 龄幼虫的分类性状

Table 2　Morphological characters of the fourth instar larvae of F_1 obtained from hybridization between *Cx*. *pipiens pipiens* and *Cx*. *pipiens pallens*

♂×♀	*n*	呼吸管指数 Siphonal index		呼吸管 1-S 第 1 对毛分枝数 Branches of first 1-S		呼吸管 1-S 第 2 对毛分枝数 Branches of second 1-S	
		X	*SD*	*X*	*SD*	*X*	*SD*
pi×pa	20	4.306	0.240	3.900	0.553	3.600	0.883
pa×pi	20	4.403	0.257	3.550	0.510	3.200	0.410
pa×pa	20	4.193	0.153	3.900	0.718	3.750	0.786
pi×pi	20	4.715	0.384	3.050	0.510	2.700	0.571

pa：*Cx*. *pipiens pallens*

表 3　淡色库蚊与致倦库蚊杂交 F_1 代 4 龄幼虫的分类性状

Table 3　Morphological characters of the fourth instar larvae of F_1 obtained from hybridization between *Cx. pipiens pallens* and *Cx. pipiens quinquefasciatus*

♂×♀	*n*	呼吸管指数 Siphonal index		呼吸管 1-S 第 1 对毛分枝数 Branches of first 1-S		呼吸管 1-S 第 2 对毛分枝数 Branches of second 1-S	
		X	*SD*	*X*	*SD*	*X*	*SD*
pa×qu	20	3.724	0.229	5.900	0.912	5.800	0.834
qu×pa	20	3.894	0.267	4.850	0.671	4.600	0.503
pa×pa	20	4.193	0.153	3.900	0.718	3.750	0.786
qu×qu	19	3.185	0.285	6.368	1.012	6.211	0.855

非常显著的差异（$F=11.33$，$P<0.01$）。而且杂交 F_1 代的三个性状介于两个亲本之间。

淡色库蚊与致倦库蚊杂交 F_1 代 4 龄幼虫性状见表 3，经单因素方差分析发现，杂交 F_1 在呼吸管指数（$F=60.89$，$P<0.01$）、呼吸管 1-S 第 1 对毛的分枝数（$F=34.17$，$P<0.01$）和呼吸管 1-S 第 2 对毛的分枝数（$F=43.49$，$P<0.01$）三个分类性状上与亲本存在着显著的差异。综合上述三个性状进行 Hotelling 多因素方差分析表明，杂交 F_1 代与亲本之间存在着非常显著的差异（$F=39.77$，$P<0.01$）。而且杂交 F_1 代的三个性状介于两个亲本之间。

2.2　尖音库蚊复合组蚊虫杂交 F_1 代 4 龄幼虫性状的典型变量分析

尖音库蚊与致倦库蚊杂交 F_1 代 4 龄幼虫性状的典型变量分析的性状载荷和本征函数见表 4，其中因子 1 和因子 2 的本征函数值较大。典型变量分析的结果见表 5 和图 1，它的正确判断率为 89.9%，从图中各组中心的分布和个体分布的情况可以看出，同一亲本与两杂交组 F_1 相比，呈现出与该亲本为母本的杂交 F_1 代分布接近的现象。

表 4　典型变量分析中的性状载荷和本征函数值

Table 4　Coefficients and eigenvalues of standardized canonical discriminant function

杂交组 Hybridization	变量 Variables	因子 1 Function1	因子 2 Function2	因子 3 Function3
pipiens vs	呼吸管指数 siphonal index	−0.64010	0.65423	0.42909
quinquefasciatus	1-S 第 1 对毛分枝数 branches of first 1-S	0.44074	−0.28831	0.88973
	1-S 第 2 对毛分枝数 branches of second 1-S	0.49545	0.87587	−0.26219
	本征函数值 eigenvalue	7.5658	0.2504	0.0324
pipiens vs	呼吸管指数 siphonal index	−0.70502	0.69195	0.15538
pallens	1-S 第 1 对毛分枝数 branches of first 1-S	0.51049	0.66814	−0.54128
	1-S 第 2 对毛分枝数 branches of second 1-S	0.50375	0.38144	0.77508
	本征函数值 eigenvalue	1.4334	0.0124	0.0044
pallens vs	呼吸管指数 siphonal index	−0.64304	0.79052	0.03596
quinquefasciatus	1-S 第 1 对毛分枝数 branches of first 1-S	0.53862	0.32354	0.03596
	1-S 第 2 对毛分枝数 branches of second 1-S	0.44698	0.64202	−0.65407
	本征函数值 eigenvalue	4.7382	0.2535	0.0018

表 5　尖音库蚊与致倦库蚊杂交 F_1 的典型变量分析结果

Table 5　Classification of canonical discriminant analysis of hybrids F_1 obtained from hybridization between *Cx. pipiens pipiens* and *Cx. pipiens quinquefasciatus*

实际组（♂×♀）Actual group	例数 Cases	分类后的组（Predicted group membership）			
		pi×pi	qu×qu	pi×qu	qu×pi
pi×pi	20	18（90%）	0（0%）	0（0%）	2（10%）
qu×qu	19	0（0%）	19（100%）	0（0%）	0（0%）
pi×qu	20	0（0%）	0（0%）	19（95%）	1（5%）
qu×pi	20	1（5%）	0（0%）	4（20%）	15（75%）

尖音库蚊与淡色库蚊杂交 F_1 代 4 龄幼虫性状的典型变量分析的性状载荷和本征函数见表 4，其中因子 1 和因子 2 的本征函数值较大。典型变量分析的结果见表 6 和图 2，它的正确判断率为 52.5%，从图中各组中心分布和个体分布的情况可以看出，同一亲本与两杂交组 F_1 相比，也呈现与该亲本为母本的杂交 F_1 代分布接近的现象。

淡色库蚊与致倦库蚊杂交 F_1 代 4 龄幼虫性状的典型变量分析的性状载荷和本征函数见表 4，其中因子 1 和因子 2 的本征函数值较大。典型变量分析的结果见表 7 和图 3，它的正确判断率为 82.3%，从图中各组中心分布和个体分布的情况可以看出，同样同一亲本与两杂交组 F_1 代相比，也呈现与该亲本为母本的杂交 F_1 代分布接近的现象。

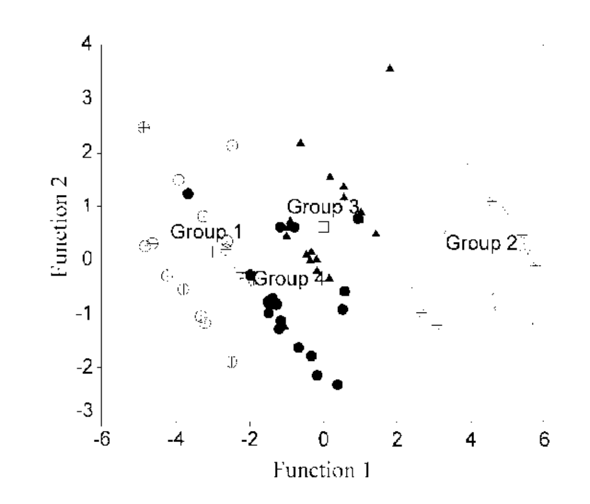


图 1　尖音库蚊和致倦库蚊杂交 F_1 的典型变量分析

Fig. 1　Canonical discriminant functions of hybrids between *Cx. pipiens pipiens* and *Cx. pipiens quinquefasciatus*

□ Group Centroids; ⊕ Group 1（*pipiens*）; * Group 2（*quinquefasciatus*）; ▲ Group 3（pi×qu）; ● Group 4（qu×pi）

表 6　尖音库蚊与淡色库蚊杂交 F_1 的典型变量分析结果

Table 6　Classification of canonical discriminant analysis of hybrids F_1 obtained from hybridization between *Cx. pipiens pipiens* and *Cx. pipiens pallens*

实际组（♂×♀）Actual group	例数 Cases	分类后的组（Predicted group membership）			
		pa×pa	pi×pi	pa×pi	pi×pa
pa×pa	20	12（60%）	0（0%）	4（20%）	4（20%）
pi×pi	20	0（0%）	14（70%）	6（30%）	0（0%）
pa×pi	20	3（15%）	3（15%）	10（50%）	4（20%）
pi×pa	20	6（30%）	0（0%）	8（40%）	6（30%）

表7 淡色库蚊与致倦库蚊杂交 F_1 的典型变量分析结果

Table 7 Classification of canonical discriminant analysis of hybrids F_1 obtained from hybridization between *Cx*. *pipiens pallens* and *Cx*. *pipiens quinquefasciatus*

实际组（♂×♀）Actual group	例数 Cases	分类后的组（Predicted group membership） pa×pa	qu×qu	qu×pa	pa×qu
pa×pa	20	19（95%）	0（0%）	1（5%）	0（0%）
qu×qu	19	0（0%）	15（79%）	0（0%）	4（21%）
qu×qa	20	2（10%）	0（0%）	16（80%）	2（10%）
pa×qu	20	0（0%）	1（5%）	4（20%）	15（75%）

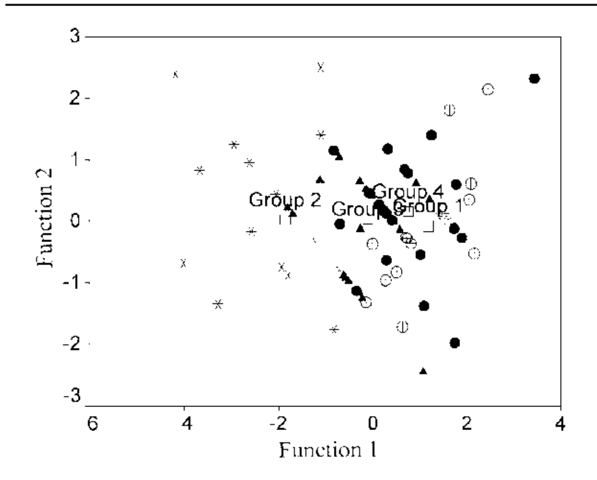
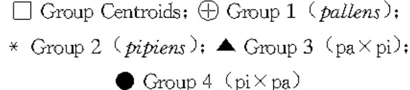


图2 淡色库蚊与尖音库蚊杂交 F_1 的典型变量分析

Fig.2 Canonical discriminant functions of hybrids between *Cx*. *pipiens pallens* and *Cx*. *pipiens pipiens*



□ Group Centroids; ⊕ Group 1（*pallens*）; * Group 2（*pipiens*）; ▲ Group 3（pa×pi）; ● Group 4（pi×pa）

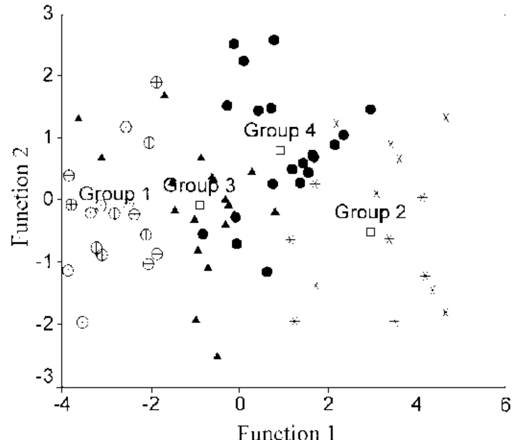


图3 淡色库蚊与致倦库蚊杂交 F_1 的典型变量分析

Fig.3 Canonical discriminant functions of hybrids between *Cx*. *pipiens pallens* and *Cx*. *pipiens quinquefasciatus*

□ Group Centroids; ⊕ Group 1（*pallens*）; * Group 2（*quinquefasciatus*）; ▲ Group 3（qu×pa）; ● Group 4（pa×qu）

3 讨论

（1）关于尖音库蚊复合组各成员杂交后代的形态性状的研究，目前仅有对雄蚊尾器的研究报道[12]，发现有趋近父本的倾向，而对幼虫的形态性状则没有研究报道。本文通过方差分析，发现尖音库蚊与致倦库蚊、尖音库蚊与淡色库蚊、淡色库蚊与致倦库蚊的杂交 F_1 代幼虫在三个性状上，都是介于亲本之间。综合3个性状进行典型变量分析，则发现同一亲本与正交组和反交组 F_1 代幼虫分别相比，都有与该亲本为母本的杂交 F_1 代趋近的现象。这种现象的遗传因素有待进一步研究。

（2）在所进行的3个杂交组的典型变量分析中的三个因子中，其中第一因子的本征函数

值最大，在第一因子的性状载荷中，呼吸管指数为负载荷，1-S 第 1 对毛和第 2 对毛分枝数则是正载荷，而且呼吸管指数是高载荷，这与以往所认为的在 3 个幼虫分类性状上，呼吸管指数的分类鉴定的可靠性大于其他两者的经验是一致的。

参 考 文 献（References）

1 Knight K L，Stone A. A catalog of the mosquitoes of the world（Diptera：Culicidae）. 2nd edition，Thomas Say Foundation，Entomol. Soc. Amer.，1977

2 Knight K L. Supplement to a catalog of the mosquitoes of the world. Thomas Say Foundation，Suppl. to Vol. VI. 1978

3 陈汉彬，陆宝麟．中国尖音库蚊复合组的研究. 贵阳医学院学报，1983，8（1）：1～12

4 陈汉彬．中国尖音库蚊组的分类志要. 贵阳医学院学报，1988，13（1）：136～143

5 Lu Baolin. A note on the *Culex pipiens* complex of China. Akaieka Newslett.，1985，10（2）：17～18

6 赵彤言，陆宝麟．骚扰库蚊在我国新记录及其自育性和分类学研究. 中国媒介生物学及控制杂志，1993，4（4）：241～243

7 Zhao TongYan，Lu BaoLin. Biosystematics of *Culex pipiens* complex of China. Entomologia Sinica，1995，2（1）：1～8

8 赵彤言，陆宝麟. 中国尖音库蚊复合组生物分类学的研究：幼虫形态特征的数值分析. 寄生虫与医学昆虫学报，1995，2（3）：153～160

9 Ishii T. The taxonomic status of "*Culex pipiens pallens*". Akaieka Newslett.，1985，10（2）：18～36

10 Ishii T. Intergrated study on the *Culex pipiens* complex species diversion in the *Culex pipiens* complex. Akaieka Newslett.，1991，14（3）：5～40

11 赵彤言，陆宝麟．中国尖音库蚊复合组杂交的研究. 动物分类学报，1996，21（2）：218～223

12 Sohn Suck Rak. Morphological analysis of the *Culex pipiens* complex by typology of male genitalia. Akaieka Newslett.，1989，13（1）：1～20

MORPHOLOGICAL STUDY OF HYBRID LARVAE OBTAINED FROM HYBRIDIZATION BETWEEN MEMBERS IN *CULEX PIPIENS* COMPLEX

Zhao Tongyan　　Dong Yande　　Zhu Lihua　　Lu Baolin

（Institute of Microbiology and Epidemiology，Beijing　100071）

Abstract　The present paper is the results of ANOVA analysis and canonical discriminant analysis of morphological characters of hybrid larvae obtained from hybridization between members in *Culex pipiens* complex and their parents. It was found that there were significant differences among hybrids and their parents in siphonal index，branches of the first and second pair of siphonal tufts（1-S）. These characters of the hybrids were intermediate between their parents.

Key words　*Culex pipiens* complex，hybrids，siphonal index，the first 1-S，the second 1-S